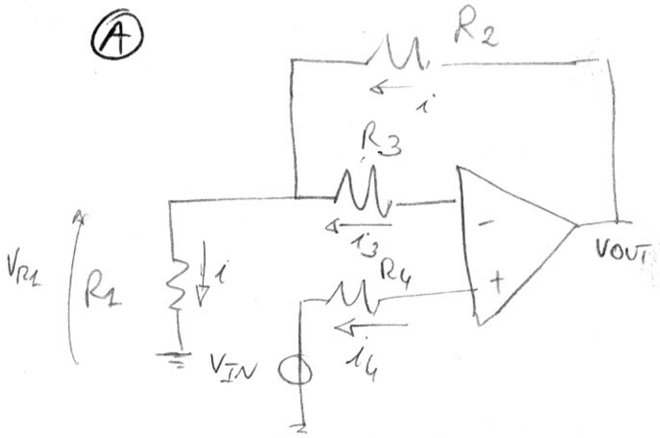
ESERCIZIO 1

Ⓐ



$i_4 = 0 \rightarrow V^+ = V_{IN}$

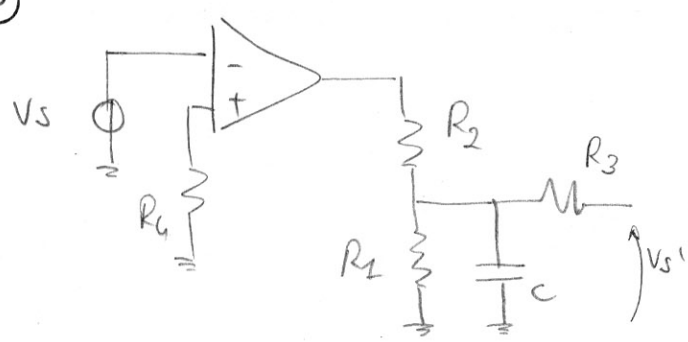
$V_D = 0 \rightarrow V^- = V^+ = V_{IN}$

$i_3 = 0 \rightarrow V_{R1} = V_{IN} \rightarrow i = \frac{V_{IN}}{R_1}$

⇓

$V_{OUT} = V_{IN} + \frac{R_2}{R_1} V_{IN} \rightarrow \boxed{G = 1 + \frac{R_2}{R_1} = 101}$

Ⓑ



$G_{loop}(s) = -A(s)\, T_p(s)$ ← trasferimento del partitore

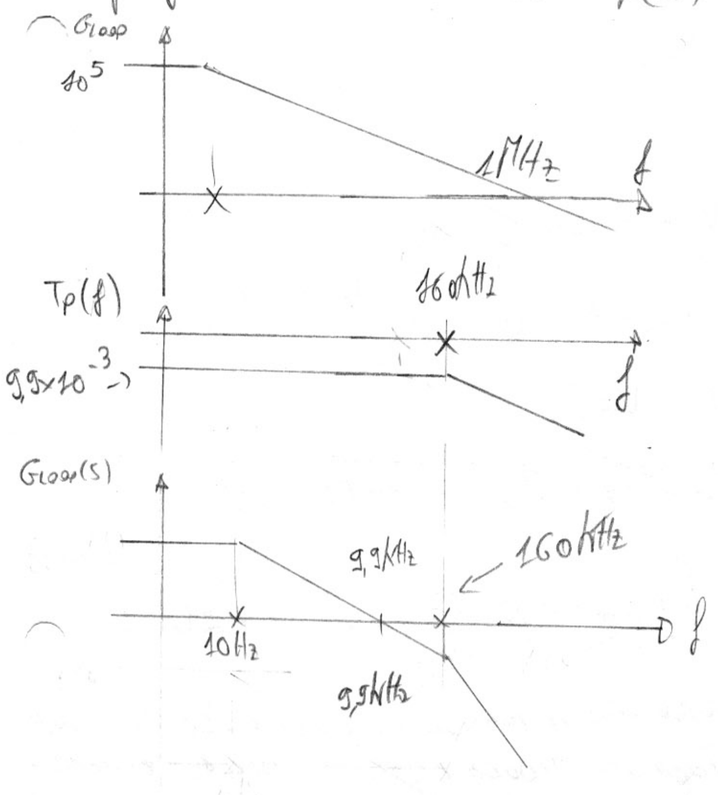
per $f = 0$ C aperto $\rightarrow T_p(0) = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$

per $f = \infty$ C corto $\rightarrow T_p(\infty) = 0$

$\tau_p = C \times (R_1 // R_2) = 0{,}99\ \mu F$

⇓

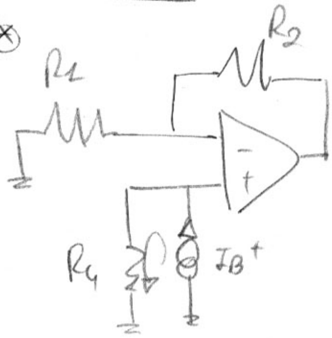
$f_p = \frac{1}{2\pi \tau_p} = 160\ kHz$



(c) CORRENTI di BIAS CONTINUE → C APERTO

SENZA R_3

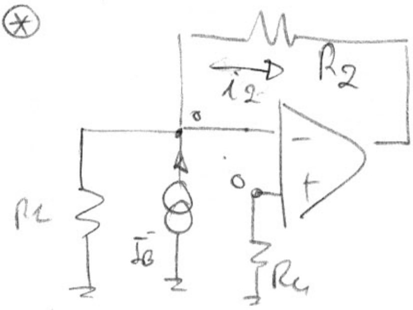
(*)



$V^+ = I_B^+ R_4 \Rightarrow$

$V_{OUT}\big|_{I_B^+} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) I_B^+ R_4 = 1{,}01V$

(*)



$i_{R_4} = 0 \rightarrow V^+ = 0 \rightarrow V^- = 0 \rightarrow i_1 = 0 \rightarrow$

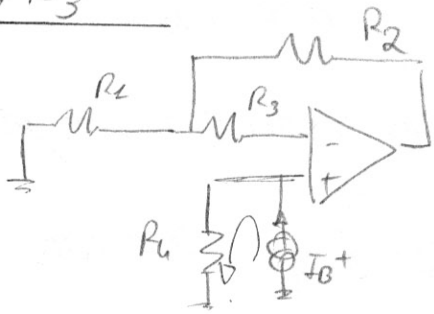
$\rightarrow i_2 = I_B^- \Rightarrow$

$V_{OUT}\big|_{I_B^-} = -R_2 i_2 = -R_2 I_B^- = -10\,mV$

$\Rightarrow V_{OUT}\big|_{I_B} = 1{,}01V - 10\,mV = 1V$

CON R_3

(*)

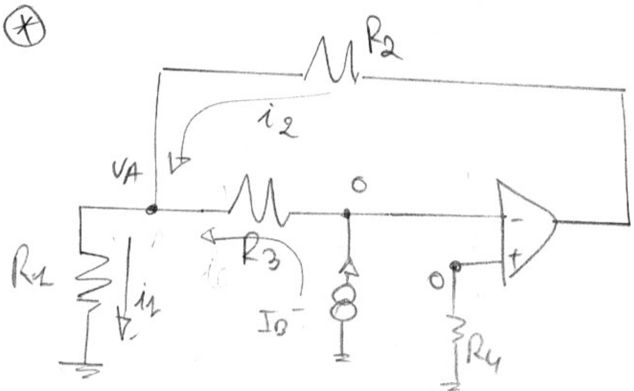


$V^+ = I_B^+ R_4$

$V_{OUT} = V^+ \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) = 1{,}01V$

VEDI PTO (1)

(*)



$V^+ = 0 \rightarrow V^- = 0 \rightarrow$

$V_A = -R_3 I_B^-$

$i_1 = V_A R_1$

$i_2 = i_1 - I_B^- = V_A R_1 - I_B^-$

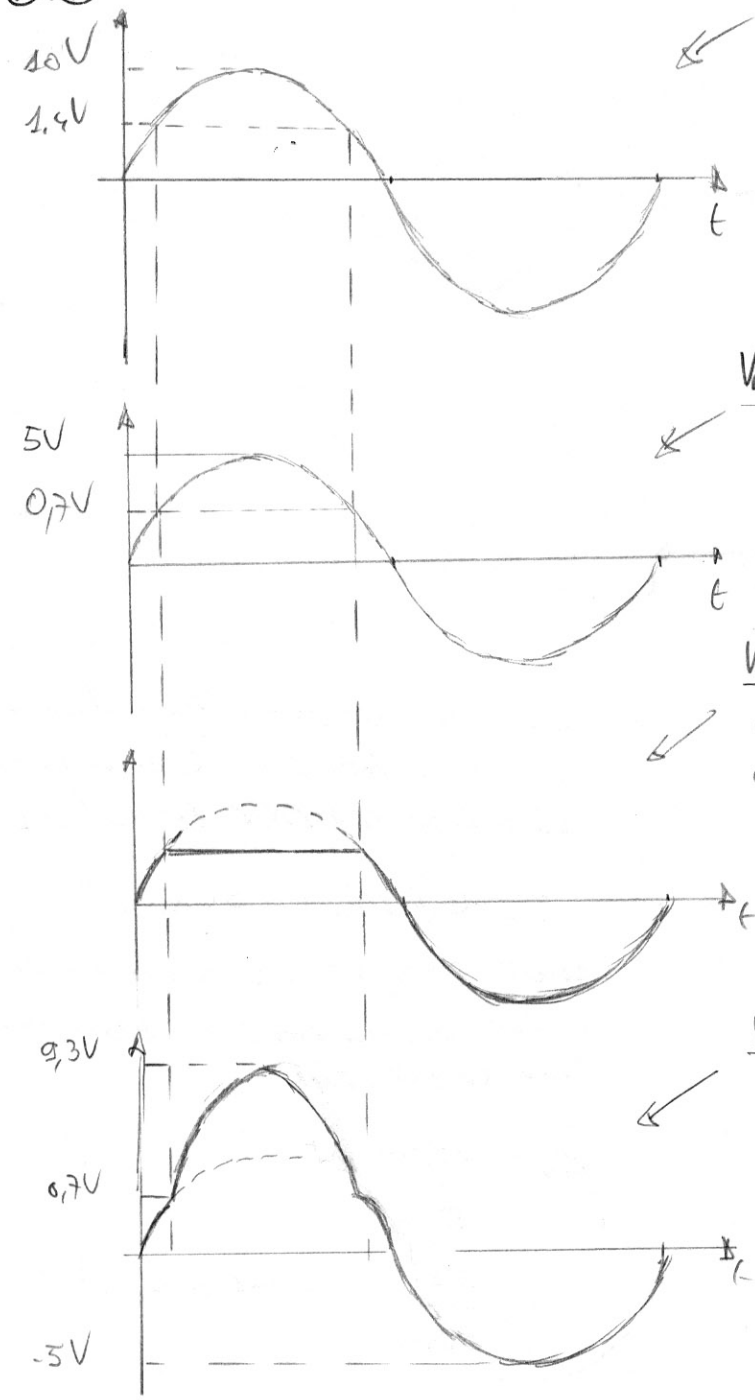
$V_{OUT}\big|_{I_B^-} = V_A + V_{R_2} = V_A + R_2 i_2 = \dots = -I_B\left[R_3 + R_2\left(1 + \frac{R_3}{R_1}\right)\right] = -1{,}02V$

⇓

$V_{OUT}\big|_{I_B} = +1{,}01V - 1{,}02V = -10\,mV$ → R_3 NON VARIA NE' IL GUADAGNO IDEALE NE' IL GLOOP MA RIDUCE L'EFFETTO DELLE CORRENTI di BIAS

ESERCIZIO 2

(A)+(B)



V_{IN}

V_{R1} SENZA DIODO

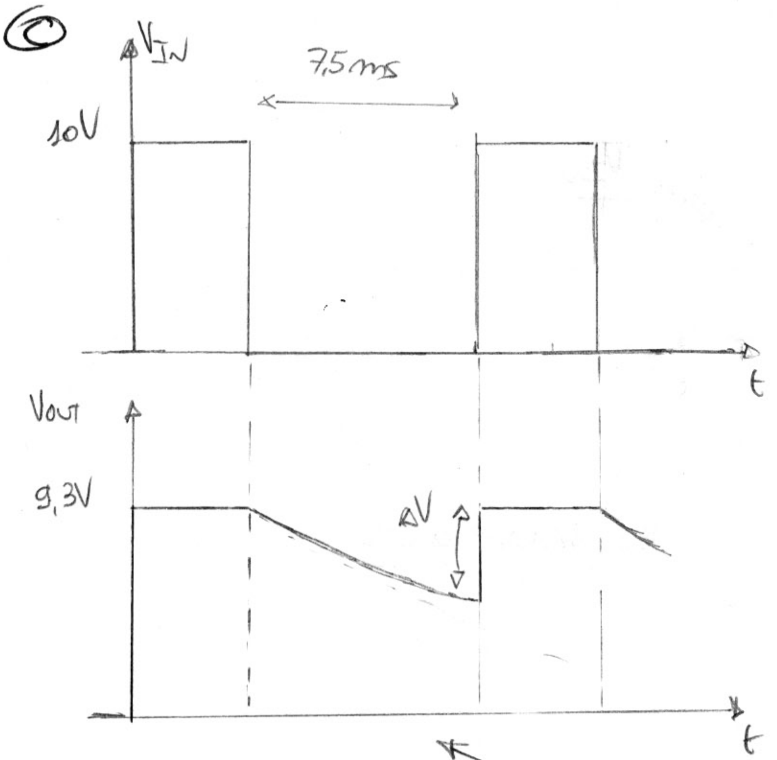
V_{R1} CON DIODO: QUANDO $V_{IN} > 1,4V$ LA TENSIONE SU R_1 RAGGIUNGE GLI 0,7V → IL DIODO SI ACCENDE E FISSA LA TENSIONE A 0,7V

V_{OUT} CON DIODO:

QUANDO $V_{IN} < 1,4V$ → D OFF → $V_{OUT} = \frac{V_{IN}}{2}$

QUANDO $V_{IN} > 1,4V$ → D ON → $V_{OUT} = V_{IN} - 0,7V$

(c)



V_{IN} SALE A 10V, QUINDI IL DIODO SI ACCENDE →

$V_{OUT} = V_{IN} - 0,7V$

NB: LA TRANSIZIONE È ISTANTANEA, X IL DIODO SI COMPORTA COME UN GENERATORE IDEALE

$V_{IN} = 0V$; ALL'INIZIO $V_{OUT} = 9,3V$ → IL DIODO SI SPEGNE → C SI SCARICA ESPONENZIALMENTE SU $R_1 // R_2$:

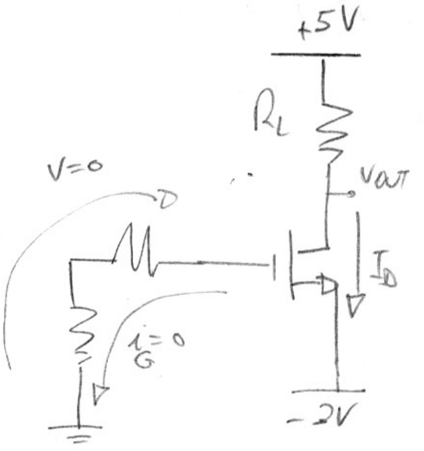
$\tau = C(R_1 // R_2) = 50ms$

POICHÉ $\tau \gg 7,5ms$, X CALCOLARE ΔV SI PUÒ APPROSSIMARE L'ESPONENZIALE CON UNA RETTA:

$$\Delta V \simeq \frac{\Delta V_{TOT}}{\tau} \Delta t = \frac{9,3V}{50ms} \times 7,5ms \simeq 1,4V$$

ESERCIZIO 3

(A)



$I_G = 0 \to V_G = 0 \to$

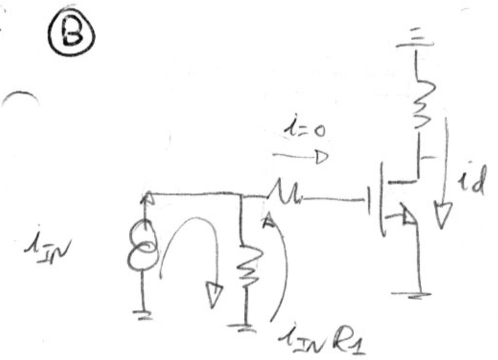
$I_D = k(V_{GS}-V_T)^2 = 100\frac{\mu A}{V^2}(3V-0,8V)^2 = 484\,\mu A$

$V_{OUT} = V_{DD} - R_L I_D = 0,16\,V = V_D$

$V_D > V_G - V_T \to$ OK, IN SATURAZIONE

$g_m = 440\,\frac{\mu A}{V}$

(B)



In serie ad R_2 ho un'alta impedenza (il gate) → tutta la i_{IN} va in R_1;

$v_{R1} = i_{IN} \cdot R_1 \qquad v_{R2} = 0$

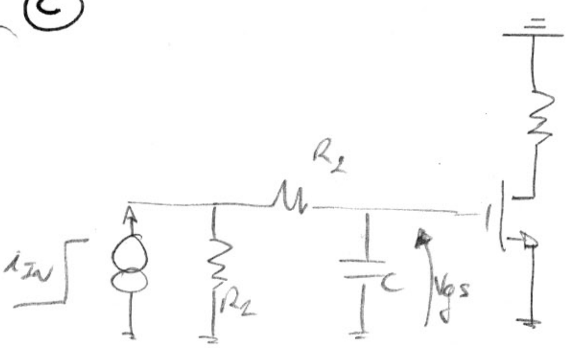
$v_{GS} = v_{R1} - v_{R2} = i_{IN} R_1$

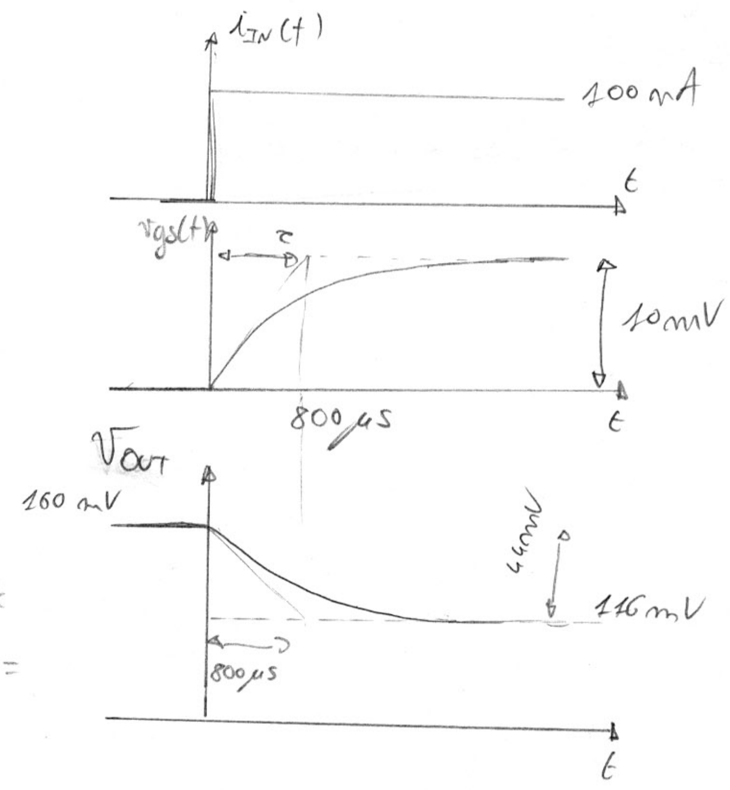
$i_d = g_m v_{gs}$

$v_{OUT} = -R_L i_d = \dots = -g_m R_L R_1 i_{IN} \Rightarrow$

$\frac{v_{OUT}}{i_{IN}} = -g_m R_L R_1 = -440\,m\Omega$

(C)





per $t = 0^+$ la tensione su C non cambia → $v_{gs}(0^+) = 0$

per $t = +\infty$ C aperto → tutta la corrente in R_1 → $v_{gs}(+\infty) = v_{R1}(+\infty) =$
$= i_{IN} R_1 = 10\,mV$

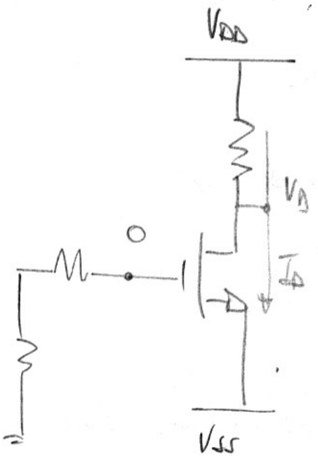
$\tau = C(R_1 + R_2) = 800\,\mu s$

l'uscita è data dalla somma di 2 contributi (principio di sovrapposizione):

polarizzazione $V_{OUT} = 160\,mV$ (vedi pto Ⓐ)

segnale $v_{OUT}(t) = -g_m R_L v_{gs}(t)$

Ⓓ



$V_G = 0V$

⊛ Affinché il mos sia acceso, deve essere

$V_{GS} > V_T \rightarrow \boxed{V_{SS} < -0{,}8V}$

⊛ Affinché il mos sia in zona di saturazione deve essere

$V_D > V_G - V_T \rightarrow \boxed{V_D|_{MIN} = V_G - V_T = -0{,}8V}$

Quindi

$$I_D = \frac{V_{DD} - V_D}{R_L} = 580\,\mu A$$

Ma

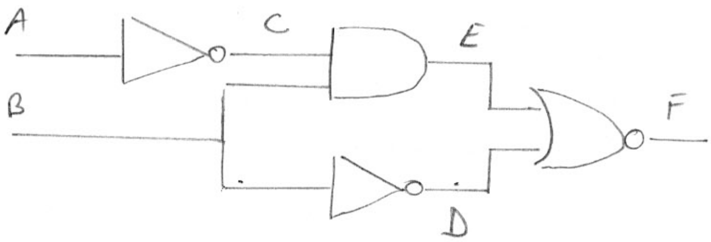
$$I_D = k(V_{GS} - V_T)^2 \rightarrow V_{GS} = V_T + \sqrt{\frac{I_D}{k}} = 3{,}208V \rightarrow \boxed{V_{SS} = -3{,}208V}$$

⇓

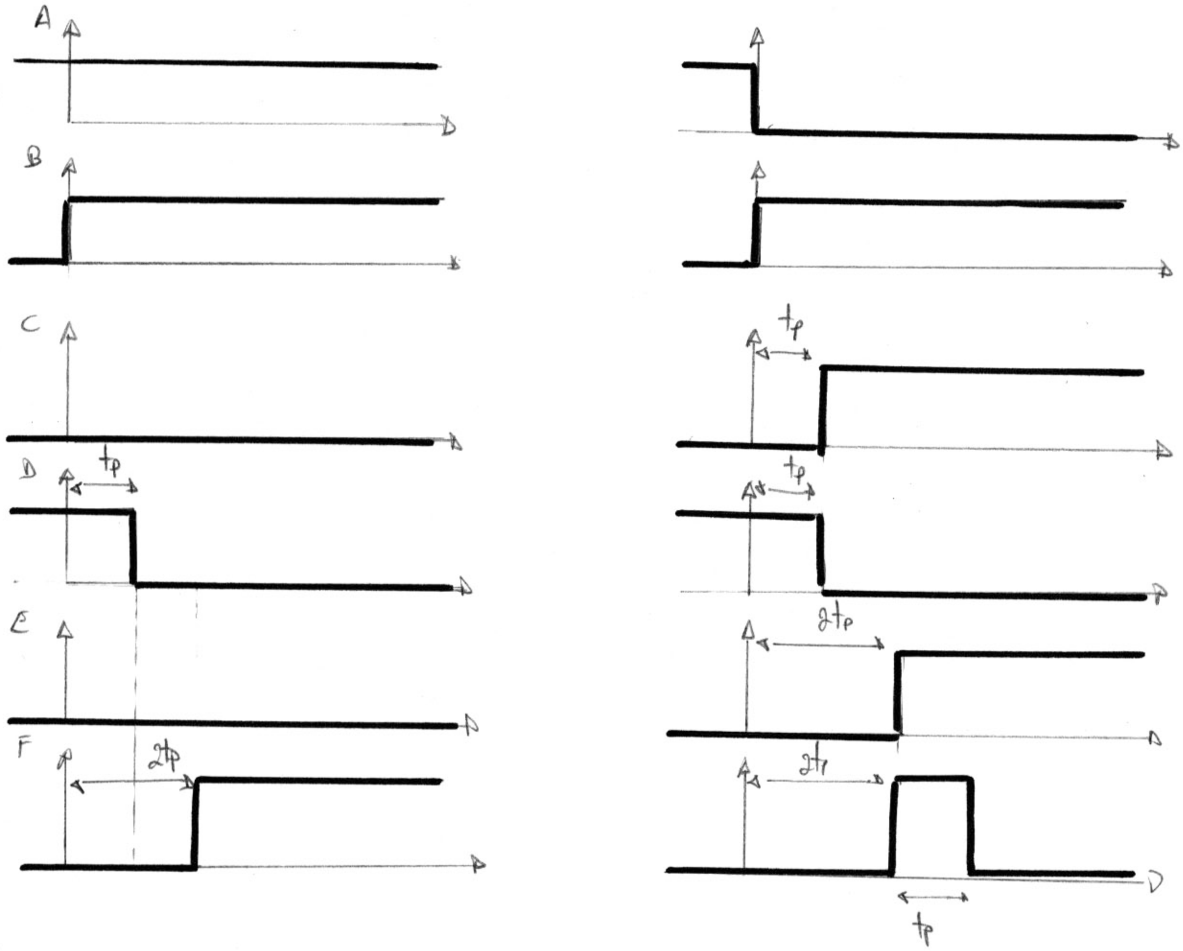
Quindi

$$\boxed{-3{,}208 < V_{SS} < -0{,}8V}$$

ESERCIZIO 4



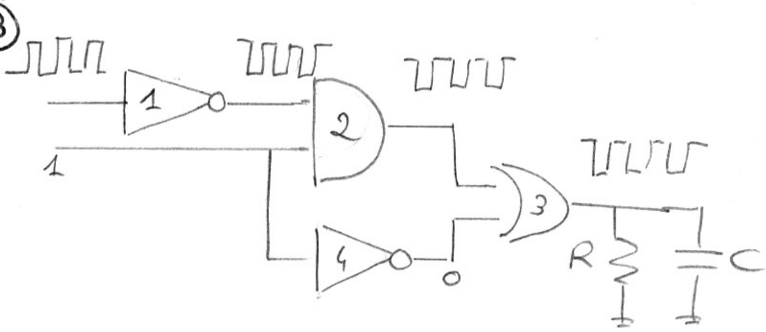
Ⓐ



RITARDO di PROPAGAZIONE $= 2 \times t_p = 30ns$

RITARDO di PROPAGAZIONE $= 3 \times t_p = 45ns$

Ⓑ



$P_4 = 0$ (LA PORTA NON COMMUTA → $f=0$)

$P_1 = P_2 = C \times f \times V_{cc}^2 = 22,5\,\mu W$

C = 0,25pF infatti la porta 1 e 2 vedono in uscita la capacità di ingresso della porta a valle pari a C_i

$P_3 = C \times f \times V_{cc}^2 = 900\,\mu W$ (c'è la capacità sull'uscita della porta 3 pari a 10pF)

$P_R = \frac{1}{2} \frac{V_{cc}^2}{R} = 450\,\mu W$ ← Quando l'uscita è alta, la resistenza dissipa $\frac{V_{cc}^2}{R}$, quando è basso 0 → media delle 2

$P_{TOT} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_R = 1395\,\mu W$